

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number :

09-504412

(43)Date of publication of application : 28.11.1997

(51)Int.Cl.

G01P 3/36  
G01N 21/89

(21)Application number : 08-118773

(71)Applicant : SHOWA ELECTRIC WIRE & CABLE  
CO LTD

(22)Date of filing : 14.05.1996

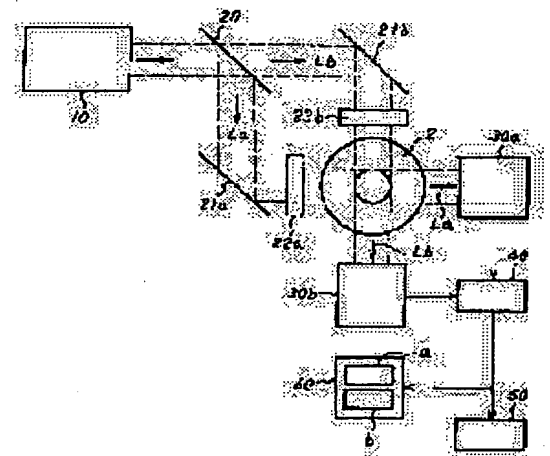
(72)Inventor : KUWAKI AKINORI  
ANDO KOJU

## (54) DETECTING EQUIPMENT FOR FOREIGN MATTER IN TRANSPARENT FLUID

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To accurately detect the presence of foreign matters and the size, by emitting a laser beam in the direction intersecting the flow of transparent fluid, detecting the change of received light amount which is caused by the presence of mixed foreign matters in the fluid, and correcting it on the basis of velocity data of the foreign matters.

**SOLUTION:** Laser beams La, Lb which are emitted from a laser beam irradiation equipment 10 and split by a half mirror 20 are rectangularly refracted in parallel planes by mirrors 21a and 21b. Further the beams La and Lb are refracted in the axial line direction of a transparent ring 2 and in the direction rectangular to the axial direction, by mirrors 22a and 23b or the like, respectively, and pass the transparent ring 2. The laser beams La and Lb which have passed the transparent ring 2 are received by light receiving equipments 30a, 30b. Digital signals outputted from the light receiving equipments 30a, 30b are processed by a signal processing equipment 40. The number of foreign matters, the size in the width direction, the position in the width directions, the flow velocity of the detected foreign matters, and correction coefficients based on the flow velocity are calculated, and outputted to an output equipment 50 and a monitor 60.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**BEST AVAILABLE COPY**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-304412

(43) 公開日 平成9年(1997)11月28日

| (51) Int.Cl. <sup>6</sup> | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I           | 技術表示箇所 |
|---------------------------|------|--------|---------------|--------|
| G 0 1 P 3/36              |      |        | G 0 1 P 3/36  | D      |
| G 0 1 N 21/89             |      |        | G 0 1 N 21/89 | C      |
|                           |      |        |               | D      |

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平8-118773

(22) 出願日 平成8年(1996)5月14日

(71) 出願人 000002255

昭和電線電纜株式会社

神奈川県川崎市川崎区小田栄2丁目1番1号

(72) 発明者 桑木 亮仙

神奈川県川崎市川崎区小田栄2丁目1番1号 昭和電線電纜株式会社内

(72) 発明者 安藤 幸樹

神奈川県川崎市川崎区小田栄2丁目1番1号 昭和電線電纜株式会社内

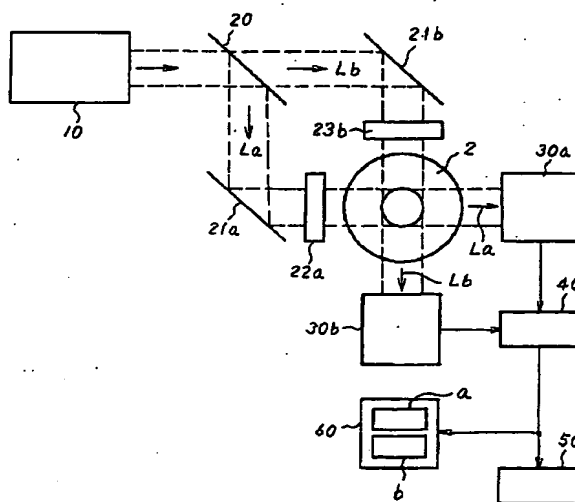
(74) 代理人 弁理士 山田 明信

(54) 【発明の名称】 透明流体中の異物検出装置

(57) 【要約】

【課題】 流体中の異物検出に際して、その流れ方向の大きさを正確に測定することのできる流体中の異物検出装置を提供することを課題とする。

【解決手段】 流路内を流れる透明流体に、その流れと交差する方向からレーザービームを照射し、その透過光を受光装置で受光して電気信号に変換し、前記透明流体中に異物が混在している場合に生ずる受光量の変化に基づいて異物を検出する異物検出装置において、前記透明流体中の異物を検出する流速検出手段を設け、この流速検出手段からの異物の速度情報に基づいて前記異物の流れ方向の大きさを示す情報を補正することを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 流路内を流れる透明流体に、その流れと交差する方向からレーザビームを照射し、その透過光を受光装置で受光して電気信号に変換し、前記透明流体中に異物が混在している場合に生ずる受光量の変化に基づいて異物を検出する異物検出装置において、前記透明流体中の異物を検出する流速検出手段を設け、この流速検出手段からの異物の速度情報に基づいて前記異物の流れ方向の大きさを示す情報を補正することを特徴とする透明流体中の異物検出装置。

【請求項2】 透明流体の流れの方向に異なる複数の位置から透明流体にそれぞれレーザビームを照射し、それらの透過光をそれぞれ受光装置で受光して電気信号に変換し、これらの電気信号に基づいて前記透明流体中における異物の有無および大きさを示す情報を求めると共に、流速検出手段において、前記複数の受光装置で検出された同一の異物の検出時間差からその異物の速度情報を求め、この速度情報に基づいて前記異物の流れ方向の大きさを示す情報を補正することを特徴とする請求項1に記載の透明流体中の異物検出装置。

【請求項3】 流速検出手段において、複数の受光装置で検出された同一の異物の検出時間差からその異物の速度情報を求め、この速度情報から補正係数を求め、この補正係数に基づいて前記異物の流れ方向の大きさを示す情報を補正することを特徴とする請求項2に記載の透明流体中の異物検出装置。

【請求項4】 単一のレーザ光源から得られたレーザビームを多角形回転ミラーで反射させ、得られた走査レーザビームを分光手段を通して2つのレーザビームに分光し、これらのレーザビームを、透明流体の流れ方向に異なる2つの位置から透明流体に照射し、それらの透過光をそれぞれ受光装置で受光することを特徴とする請求項1ないし3のいずれか一項に記載の透明流体中の異物検出装置。

【請求項5】 レーザビームを、透明流体の流れと交差する複数の方向から透明流体に照射することを特徴とする請求項1ないし4のいずれか一項に記載の透明流体中の異物検出装置。

【請求項6】 流路内を流れる透明流体を、その流れと交差する方向からビデオカメラで撮像し、このビデオカメラで撮像された、ある画面における異物の画像の位置と、所定時間経過後に撮像された画面における同一の異物の画像の位置とを比較し、それらの位置の差と前記所定時間の関係から前記異物の流速 $V$ を求めることを特徴とする請求項1に記載の透明流体中の異物検出装置。

【請求項7】 流路内を流れる透明流体にレーザビームを走査し、透明流体中に異物が混在している場合に生ずる受光量の低下を検出した際に、ビデオカメラから画像信号を流速検出手段に取り込み、異物の流速 $V$ を求めることを特徴とする請求項6に記載の透明流体中の異物検出

装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は透明流体中に混在する異物の有無や大きさをレーザビームを用いて検出する異物検出装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、高電圧の電力ケーブルとしては、ケーブル絶縁層に架橋ポリエチレンを用いたCVケーブルが多用されている。このCVケーブルは通常、架橋剤を添加したポリエチレンを押出機からケーブル導体上の内部半導電層の外周に押出し被覆し、更にその外周に外部半導電層を押出し被覆した後、架橋管内で加圧状態で加熱し、架橋剤を反応させてポリエチレンを架橋させる工程を経て製造される。一般に、CVケーブルを使用して長距離の電力ケーブル線路を構築する場合には、CVケーブルを短スパンごとにケーブルルートに沿って敷設した後、その前後端を順次接続し、線路の終端に終端接続部を設置する。このCVケーブルの接続方法としては、種々の方法が開発されているが、中でも、EMJ（押し出しモールドジョイント）法やBMJ（ブロックモールドジョイント）法が、絶縁性能および信頼性の点から、広く採用される傾向にある。EMJ法は、ケーブル絶縁層と内外の半導電層をベンシリングし、露出したケーブル導体間を導体スリーブで接続した電力ケーブルの導体接続部の周囲にモールド型を組立て、架橋剤を添加したポリエチレンを押出機からモールド型内に導入し、加熱・加圧してポリエチレンを成形すると共に架橋させるものである。また、BMJ法は、予め半円筒状に成形した架橋剤入りのポリエチレンブロックを上記電力ケーブルの導体接続部の周囲に円筒状に組立て、あるいは予め円筒状に成形した架橋剤入りのポリエチレンブロックを上記電力ケーブルの導体接続部に挿入し、その外周にモールド型を配置し、加熱・加圧してポリエチレンを成形一体化させると共に架橋させるものである。

【0003】上述の電力ケーブルのケーブル絶縁層やそのモールドジョイント部は高い電界のもとで使用されるものであるから、それらの中に金属粉やゴミ、あるいはヤケ（樹脂材料の熱劣化物）などの異物が混入していると、それらが起点となって絶縁破壊を引き起こす恐れがある。また、電力ケーブルを長期間に亘って使用する間に、異物の周囲に水トリーなどが発生し、絶縁性能を次第に低下させる恐れがある。したがって、電力ケーブルのケーブル絶縁層やモールドジョイント部に使用される絶縁材料は、押出機に供給される前に、異物が混入していないか十分な検査を受けると共に、押し出し工程やモールド工程においても、過度の加熱や滞留によって樹脂が異物化して絶縁性能が低下することのないように、細心の注意が払われる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】電力ケーブルの絶縁材料として使用される樹脂材料中の異物の検査方法としては種々の方法が開発され、実用化されているが、いずれも一長一短がある。例えば、押出機に供給される前の樹脂ペレットを抜取って、異物の有無や程度（大きさや個数）を目視検査したり、あるいは押出機から押出した樹脂材料をフィルム状に成形し、これにレーザービームを照射してその透過像から異物の有無や程度を判定する方法が知られているが、これらの方法はいずれも全量検査でないため、その信頼性に懸念がある。また、押出機

10 先端の樹脂通路に透明な窓を設け、そこからレーザービームを照射して走査させ、その透過光の強度の変化から異物の有無や程度を判定する方法も知られているが、この方法では、樹脂中の異物は樹脂と一緒に流動しているため、異物の大きさ、特にその流れ方向の大きさを正確に測定することができないという難点がある。

【0005】本発明は、レーザービームによる異物検出に際して、異物の有無と、その大きさを正確に測定することのできる流体中の異物検出装置を提供することを課題とするものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の流体中の異物検出装置は、流路内を流れる透明流体に、その流れと交差する方向からレーザービームを照射し、その透過光を受光装置で受光して電気信号に変換し、前記透明流体中に異物が混在している場合に生ずる受光量の変化に基づいて異物を検出する異物検出装置において、前記透明流体中の異物を検出する流速検出手段を設け、この流速検出手段

$$U r = K (R^2 - r^2) \quad \dots\dots\dots (1)$$

ただし、 $U r$  :  $r$  位置における流速

$K$  : 定数

$R$  : 流路の半径

$r$  : 流路の半径方向位置

ポリエチレン樹脂は、上記(1)式に完全に従うニュートン流体ではないが、押出し時の平均流速が所定の範囲内の場合にはそれに近い挙動を示す。また、それよりも流速が低い場合には、むしろ図2(b)の $V r$ のように、ビンガム流体に近い流速分布を示す。したがって、本発明においては、透明流体の流れの方向に異なる複数の位置から透明流体にそれぞれレーザービームを照射し、それらの透過光をそれぞれ受光装置で受光して電気信号に変換し、これらの電気信号に基づいて前記透明流体中における異物の有無および大きさを示す情報を求めると共に、前記複数の受光装置で検出された同一の異物の検出時間差からその異物の速度情報を求め、この速度情報に基づいて前記異物の流れ方向の大きさを示す情報を補正するようにしている。

【0008】2組のレーザービーム照射装置と受光装置を使用する場合、一般にレーザービーム照射装置は高価であるので、単一のレーザービーム照射装置を使用し、そのレ

\* 段からの異物の速度情報に基づいて前記異物の流れ方向の大きさを示す情報を補正することを特徴とするものである。

【0007】

【発明の実施の形態】本発明は、前述した電力ケーブルのケーブル絶縁層やそのモールドジョイント部に供給されるポリエチレン材料中の異物検出に利用することができる。ポリエチレン樹脂は常温では乳白色の半透明であり、光の透過性は十分でないが、押出機で混練する際に加熱されて熔融すると透明になり、熔融樹脂中に異物が混在している場合には、外部から容易に透視することができる。したがって、押出機とクロスヘッドの間、あるいは押出機とモールド型の間を連結する樹脂流路の途中に透明なガラスあるいは樹脂材料からなる透明流路を介挿しておき、その外側から、レーザービームを照射してその受光量の変化をとらえ、それを信号処理または画像処理すれば、流路内を通過したポリエチレン樹脂中の異物の有無および大きさを検出することができる。レーザービームの走査によって異物の透過像を電気信号としてとらえる場合、異物はポリエチレン樹脂の流れの方向に移動するので、異物の大きさは、流れの方向に実際よりも異なった大きさの信号として出力される。また、透明流路内を流れるポリエチレン樹脂中の流速の分布は様ではなく、流路の中心で大きく、流路壁の近くでは小さい。例えば透明流路の内径が円筒形で、そこを流れる流体がニュートンの粘性法則に従う場合には、その流速分布は次式に示すようになり、これを図示すれば図2(a)のようになる。

30 レーザ光源から得られたレーザービームをポリゴンミラーなどの多角形回転ミラーで反射させ、得られた走査レーザービームをミラーおよびハーフミラー等からなる分光手段を通して2つのレーザービームに分光し、これらのレーザービームを、透明流体の流れ方向の異なった位置から透明流体に照射し、それらの透過光をそれぞれ受光装置で受光するようにすることが望ましい。また、2つのレーザービームを、透明流体の流れ方向の異なった位置から、かつ透明流体の流れと交差する複数の方向から同時に透明流体に照射するようにすれば、異物の有無および速度情報を知ることができるだけでなく、異物が重なって通過する場合でも、それらの重なりを識別できるので、異物の個数や大きさを正確に求めることができる。

【0009】本発明においては、透明流体中の異物の流速 $V$ を求める方法として、流路内を流れる透明流体を、その流れと交差する方向からビデオカメラで撮像し、このビデオカメラで撮像された、ある画面における異物の画像の位置と、その後撮像された画面における同一の異物の画像の位置とを比較し、それらの位置の差から前記異物の流速 $V$ を求めることもできる。なお、ビデオカメラで撮像した異物の画像の位置の差から異物の流速 $V$

を求める場合には、流路内を流れる透明流体にその流れと交差する方向からレーザービームを走査し、その透過光を受光装置で受光して電気信号に変換し、前記透明流体中に異物が混在している場合に生ずる受光量の低下に基づいて異物を検出した際に、トリガーを掛け、最初の画像を取込むようにすることが望ましい。本発明において、レーザービームを照射し、あるいはビデオカメラで撮像するための透明流路は、管路の途中に透明リングを介挿することにより構成することができる。この場合、透明リングは横断面を四角形としておくこともできるが、中を流れる流体の流れを乱したり、滞留を生じさせることがないよう、管路と同じ内径の円筒状としておく方が好ましい。また、透明リングはレーザービームの屈折を少なくする関係上、中を通過する透明流体とほぼ等しい屈折率を持つことが望ましい。したがって、例えば透明流体が熔融ポリエチレンの場合には、その屈折率1.44に近い屈折率を持つバイレックスガラス（屈折率1.47）で構成することが望ましい。

#### 【0010】

【実施例】次に、図面を参照して本発明の実施例を説明する。図3は、CVケーブルの絶縁層を前述したEMJ法により接続する際にモールド型に供給されるポリエチレン樹脂中の異物検出に本発明を適用する例を示すもので、押出機からモールド型へ至る樹脂供給用の管路1の途中には、バイレックスガラスなどからなる透明リング2が介挿されている。この透明リングは管路1と同じ内径（約20mm）の円筒状であり、その上下両端はOリング3を介して管路側のフランジ4、5間に対面している。また、フランジ4と5は、それらの周囲4か所に設けた透孔に挿通したボルト・ナット6により締付けられ、透明リング2との間をシールしている。

【0011】透明リング2の側方には、図1に示すように、レーザービーム照射装置10と、ハーフミラー20と、このハーフミラーによって分光されたレーザービームLa、Lbをそれぞれ図1の紙面と平行な面内において直角に屈折させる一対のミラー21a、21bと、これらのミラー21a、21bを出たレーザービームLa、Lbを透明リング2の軸線方向（図1の紙面と直交する方向）に下方または上方にそれぞれ直角に屈折させる一対のミラー22a、22b（図示せず）と、これらのミラー22a、22bを出たレーザービームLa、Lbを再び透明リング2の軸線と直交する方向（図1の紙面と平行な面内）にそれぞれ直角に屈折させる一対のミラー23a、23bと、これらのミラー23a、23bを出て透明リング2内を透過したレーザービームLa、Lbを受光する一対の受光装置30a、30bが配置されている。ハーフミラー20は、レーザービームLa、Lbが1/2ずつ等分に分光されるように透過率と反射率を選択されており、またミラー21a、21b、22a、22b、23a、23bは、ハーフミラー20から受光装置30

a、30bに至る2本のレーザービームLa、Lbの光路長さが等しくなり、同一の減衰量になるように反射率を等しくされ、かつレーザービームの光軸に対してそれぞれ45°の角度に正確に位置決めされている。なお、図3には、上記レーザービームLaおよびLbの2系統の内、レーザービームLaに関する構成部材だけが図示されている。上記において、ミラー21a、21bはレーザービームLa、Lbを透明リング2の軸線と直交する2つの方向から照射するために使用するものであり、またミラー22a、22b、23a、23bは、図3に示すように、レーザービームLa、Lbが透明リング2の軸線方向に適当な距離（例えば、10mm程度）離れた位置を通過するようにするために使用されるものである。

【0012】受光装置30a、30bから出力されたデジタル信号は信号処理装置40において処理され、異物の個数、幅方向の大きさ、幅方向の位置、および検出された異物の流速とそれに基づく補正係数を算定され、出力装置50およびモニター60に出力される。

【0013】レーザービーム照射装置10は図4に示すように、半導体レーザーなどからなるレーザー発振器11と、モータ（図示せず）によって駆動されて高速回転し、入射したレーザービームをスキャンニングしてスイープさせる8面体ポリゴンスキャナーなどからなる多角形回転ミラー12と、この多角形回転ミラー12からのレーザー光線を反射させる反射ミラー13と、入射したレーザービームを平行光線にするコリメータレンズ（Fθレンズ）14とを備えている。受光装置30a、30bは図5に示すように、それぞれ集光レンズ31と、その焦点位置に設置され、光信号をアナログ電気信号に変換する受光素子32と、このアナログ電気信号をデジタル信号に変換するアナログ・デジタル変換装置33とから構成されており、その出力端子34には、図6に示すように、受光量に応じたデジタル信号が時系列の2値信号としてそれぞれ出力される。図6において、受光装置出力“0”は、レーザービームが異物に遮られ、その透過光が減少して受光量がしきい値以下に低下したことを意味するので、異物の存在を示すことになる。

【0014】信号処理装置40は、受光装置30a、30bからの信号に異物の存在を示す“0”信号が含まれている場合には、その数と位置とから異物の数と大きさを演算する。また、走査レーザービームLaとLbによる同一異物の検出時間差からその異物の流速を求め、この流速に基づいて算定された補正係数によって異物の流れ方向の大きさを示す情報を補正する。なお信号処理装置40は画像処理回路を内蔵しており、その入力信号に異物の存在を示す“0”信号が含まれている場合には、その間の走査レーザービームの時系列データをそれぞれ記憶装置に保存し、所定の時系列データ（例えば、走査線1024本分ずつ）が集積される度に画像処理してモニター60に送り出す。これは受光装置30aおよび30bか

らの信号系列ごとに別々に行われる。これによってモニタ画面a、b上には、それぞれ受光装置30a、30bによって検出された異物の拡大像がゆっくりと移動する像として写し出される。図1における出力装置50は、信号処理装置40の出力結果を印字して出力すると共に、予め設定された一定値以上の大きさ（例えば、識別レベルが数10 $\mu$ mの場合に100 $\mu$ m以上の場合）または個数の異物が検出された時は、警報を出力し、作業員に、対策を採るよう注意をうながす。

【0015】このような構成の異物検出装置を用いて、前述のEMJ法によりCVケーブルを接続する際にモールド型に供給されるポリエチレン樹脂中の異物検出を行う場合には、ケーブル絶縁層や内外の半導電層をベンシリリングし、露出したケーブル導体間を導体スリーブで接続した一対の電力ケーブル（図示せず）は、導体接続部の周囲にモールド型（図示せず）を組立てられる。モールド型に使用されるポリエチレン樹脂は押出機（図示せず）において、架橋剤とともに混練され、加熱溶融して透明流体となり、樹脂供給用の管路1を通してモールド型内へ供給されるが、管路1に介挿した透明リング2内を通過する際、レーザビームを照射され、異物が混在しているか否かを検査される。すなわち、照射装置10のレーザ発振器11から発振されたレーザ光線は多角形回転ミラー12によって600Hz程度の周波数でスキャンニングされ、コリメータレンズ14によって平行光線となる。なお、このスキャンニングは図1および図4の紙面と平行な面内で行われる。また、スキャンニングされるレーザビームの高さH（図1および図4の紙面に直交する方向の長さ）は60 $\mu$ m程度とされる。このレーザビームは、ハーフミラー20などの分光手段を通して50%ずつの2つのレーザビームLa、Lbに分光され、それぞれミラー21a、21b、22a、22b、23a、23bで反射した後、透明リング2内を通過するポリエチレン樹脂に、透明リング2の軸方向および円周方向の異なった位置から照射される。

【0016】その際、ポリエチレン樹脂中に異物が混在していると、それによってレーザビームの一部は吸収または散乱されるので、受光装置30a、30bに到達する光量は減少する。受光装置30a、30bにおける受光量の変化は受光素子32によって電気信号に変換され、さらにアナログ・デジタル変換装置33によってデジタル信号に変換されて出力される。この信号変換は、図6に示すように、各走査線ごとに、かつ走査の途中においても刻々に行われ、所定のしきい値で区分され、“0”または“1”の2値信号として出力される。ここで、図7に示すように、ポリエチレン樹脂がZ-Z'方向に下から上に流れており、レーザビームの走査をY-Y'方向に行っている場合に、異物Aが混在しているポリエチレン樹脂が通過していく場合を想定すると、同図(a)や(c)のように異物Aが走査線の高さH内にな

い場合には、図8(a)や(c)に示すようにスキャンデータは全て“1”となるが、図7(b)のように異物Aが走査線の高さH内にある場合には、図8(b)のようにスキャンデータには“0”が含まれることになり、異物が通過したことが検出される。この場合、異物Aの横幅はスキャンデータにおける横に並んだ“0”の数

（これは受光量が低下した時間幅と走査線のスweep速度の積に等しい）から求めることができる。例えば、透明リングの内径が20mm、レーザビームの走査速度が600Hzのとき、透明リング内のレーザビームの通過時間は122.2 $\mu$ sec（実測結果）であり、サンプリング時間が0.125 $\mu$ secであるとする、分解数Mは

$M = 122.2 \mu\text{sec} / 0.125 \mu\text{sec} = 978$ となり、分解能Pは

$P = 20 \text{mm} / 978 = 20 \mu\text{m}$

となる。したがって、スキャンデータにおける横に並んだ“0”の数が3個の場合には、異物Aの横幅Wは

$W = 20 \mu\text{m} \times 3 = 60 \mu\text{m}$

となる。

【0017】なお、前述したように、走査線の高さH（レーザビームのスポット径）を60 $\mu$ m程度、走査の周波数を600Hz程度としておけば、異物が通常時の最高速度（上記実施例の場合は平均流速7mm/sec程度）で通過する場合でも、いずれかの走査レーザビームによって異物を確実に照射することができる。換言すれば、走査レーザビームと次の走査レーザビームとの間に到達した異物は次の走査レーザビームによって照射されるので、異物の検出を取り逃がすことはない。異物Aの流れ方向の大きさは、流れがなければ、図9において縦方向に並んだ“0”の数に基づいて求めることができる。しかしながら、前述の式(1)などに示したように、円形流路内を流れるポリエチレン樹脂中の流速の分布は流路の中心軸からの距離によって異なっており、流路の壁面の近くを流れる異物は速度が遅く、走査線の高さH内にとどまる時間が長いので、異物Aの流れ方向の大きさは実際よりも拡大されて表示されることになる。また、流路の中心付近を流れる異物は流れ方向の大きさを小さく表示されることになる。したがって、異物Aの流れ方向の真の大きさを知るためには、透明流体中の横断面内における異物の流速から補正係数を求め、この補正係数に基づいて前記異物の流れ方向の大きさを示す情報を補正することが必要である。

【0018】本発明においては、レーザビームLa、Lbの透過位置を透明リング2の軸線方向に10mm程度ずらしてあるので、受光装置30a、30bにおいて同一の異物を検出した際に生ずる信号には、その異物の流速に関する情報が含まれている。すなわち、受光装置30a、30bによって同一の異物を最初に検出した際の検出時間差をレーザビームLa、Lbの透過距離（図3

のS)で割れば、その異物の流速を求めることができる。なお、複数の異物が透明リング2内を同時に通過するような場合、レーザビームL aによって最初に検出された異物が、流速が遅いため、レーザビームL bを通過する際に、流速の速い他の異物よりも後に検出されることも考えられるが、これは異物の大きさによって異同を判別するシステムを付加することによって解決できる。本発明においては、このようにして得た補正係数に基づいて異物の流れ方向の大きさを示す情報を補正することにより、異物Aの流れ方向の真の大きさを知ることが

【0019】補正の方法としては、次の方法を採用することができる。

(1) 異物が平均流速( $V_0$ )で通過した時、受光装置30 a, 30 bから出力される異物の流れ方向の大きさを示す情報が、異物の真の大きさを示す情報となるように設定し、この時の補正係数Cを1とする。

(2) 異物の通過速度が平均流速( $V_0$ )よりも大きい時、受光装置30 a, 30 bから出力される異物の流れ方向の大きさを示す情報は、異物の真の大きさよりも小さく出力されるため、信号処理装置40において、異物の流れ方向の大きさを示す情報に、補正係数C1 ( $> 1$ )を乗算する補正を行う。この補正係数C1は、異物の通過速度が大きくなるにつれて、大きな値となる。

(3) 異物の通過速度が平均流速( $V_0$ )よりも小さい時、受光装置30 a, 30 bから出力される異物の流れ方向の大きさを示す情報は、異物の真の大きさよりも大きく出力されるため、信号処理装置40において、異物の流れ方向の大きさを示す情報に、補正係数C2 ( $< 1$ )を乗算する補正を行う。この補正係数C2は、異物の通過速度が小さくなるにつれて、小さな値となる。

(4) 補正係数C1, C2は、予め求めて信号処理装置40内の記憶媒体に格納しておき、異物の速度情報に基づいて適宜選択される。例えば、レーザビームが600 Hz ( $= 1.67 \text{ msec}/\text{scan}$ )で走査している場合、図9に示すように、“0”の数が縦方向に4個連続して並んだときには、

$$1.67 \text{ msec}/\text{scan} \times 4 = 6.68 \text{ msec}$$

となり、平均流速7 mm/secを基準に考えると、流れ方向の見掛けの大きさは、

$$6.68 \text{ msec} \times 7 \text{ mm}/\text{sec} = 47 \mu\text{m}$$

となるが、その異物の実測した流速Vが10 mm/secであったとすると、その異物の流れ方向の真の大きさLは、

$$47 \mu\text{m} \times 10 \text{ mm}/7 \text{ mm} = 67 \mu\text{m}$$

となる。したがって、この場合の補正係数C1は10/7ということになる。

【0020】なお、異物の流れ方向の大きさを示す情報を補正する場合には、上記した補正係数の乗算に替え、異物の流れ方向の大きさを示す情報に、異物の通過速度

によって定まる補正量を加減算するようにしてもよい。また、本発明においては流路内を異物が同時に2個通過する場合でも、直交方向から測定することによってそれらが2個であること、およびそれらのX方向とY方向の大きさをそれぞれ識別することができる。図10はそのパターンと、モニター画面a, b上の異物像を示すもので、No. 1は流路の中央に球状の異物Aがあり、Y軸上の壁面近くにもう1個の球状の異物B(この異物は壁面の近くにあるため、モニター画面上には、長れ方向に拡大され、長丸状に写る。)があるパターンを示している。No. 2は流路の中央とX軸上の壁面近くに球状の異物A, Bがあるパターンを示しており、またNo. 3はY軸およびX軸上の壁面近くに球状の異物A, Bがあるパターンを示している。このように、本実施例においては流路内を異物が同時に2個通過する場合でも、それらの個数と大きさを識別することができ、また一般的には3個以上の場合でもそれらを識別することができる。ただし、3個の異物が流路の中央とY軸およびX軸上に各1個ずつあるような特異な場合には、例外的に識別できない場合もある。それは、モニター画面aにもモニター画面bにも、異物像は重り合って2個ずつしか写らないからである。しかしながら、このようなケースは極めて希なことと考えられるので、実用上は問題がない。

【0021】なお、以上の説明においては、流速検出手段として、複数の受光装置を流れの方向に離間して配置し、これらの受光装置で検出された同一の異物の検出時間差からその異物の速度情報を求める例につき説明したが、本発明における流速検出手段はこれに限定されるものではなく、例えばビデオカメラを使用することもできる。この場合には、図11に示すように、レーザビーム照射装置10とレーザ受光装置30は、透明リング2の両側に1組だけ配置し、それらと直交する方向にビデオカメラ70と照明用のライト80を透明リング2を挟んで配置する。

【0022】図11において、レーザビーム照射装置10と受光装置30としては、それぞれ図4および図5における同様の構成のものが使用されており、レーザビーム照射装置10から出力されるレーザビームは透明リング2内を通過する透明流体を横断するようにして走査している。また、このレーザビームの透過光は、受光装置30によって検出されて電気信号に変換され、図6の場合と同様に、その受光量がしきい値を越えた場合は“1”、しきい値以下の場合は“0”のデジタル信号を出力している。

【0023】信号処理装置40は、走査回数検出手段と流速検出手段を内蔵している。走査回数検出手段は、受光装置30から入力するデジタル信号を処理し、図9に示すように、“0”信号が連続して含まれているレーザビームの走査回数Nを検出する。この走査回数検出手段41は、 $N > 0$ の間、流速検出手段に向けて信号取込み

＊【発明の効果】本発明によれば、透明流体中に異物が混入している場合、その流れ方向の大きさを正確に検出することができる。

【図１】 本発明の実施例の使用状態における全体構成を示す概略構成図。

10

【図４】 本発明におけるレーザビーム照射装置の構成例を示す説明図。

【図6】 本発明における受光装置の受光量と出力データを例示するグラフ。

【図 8】 本発明装置において受光装置から出力されるデジタル信号を時間の変化と共に示す説明図。

【図9】 本発明装置において受光装置から出力されるデジタル信号を時間の変化と共に示す説明図。

【図10】 本発明装置において、2個の異物が通過する場合の3つのパターンとそれぞれのパターンにおけるモニタ画面a、b上の異物像を例示する説明図。

【図 11】 本発明において異物の流速検出にビデオカメラを使用する場合の実施例を示す説明図。

【図12】 図11の実施例における撮像のタイムチャート。

30 【図13】 図11の実施例における、あるコマと次のコマにおける異物の画像の状態を例示する説明図。

【符号の説明】

1.....管路

2……透明リング

10……レーザビーム照射装置

2.0……ハーフミラー

21 a, 21 b, 22 a, 22 b, 23 a, 23 b……  
ミラー

30、30a、30b……受光装置

40 40……信号处理装置

50……出力装置

60……モニタ

\* 70……ビデオカメラ。

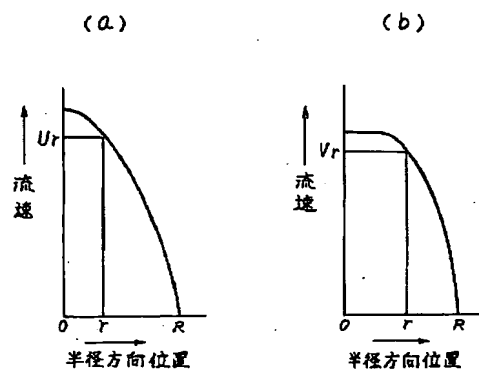
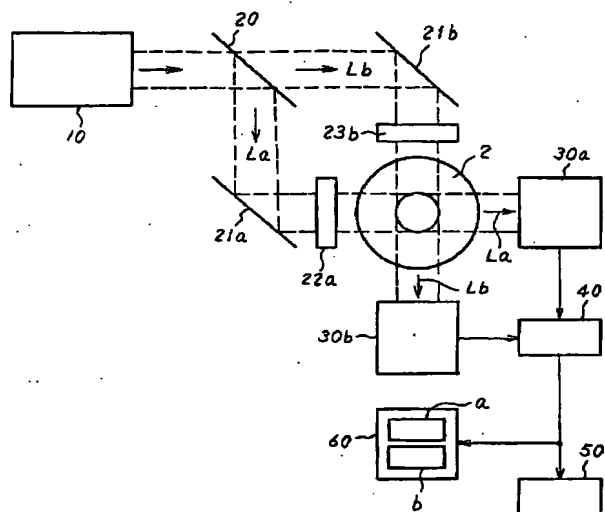
[ 0 0 2 5 ]

【圖 8】

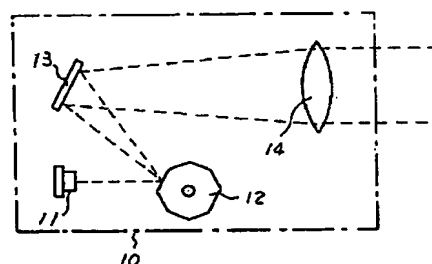
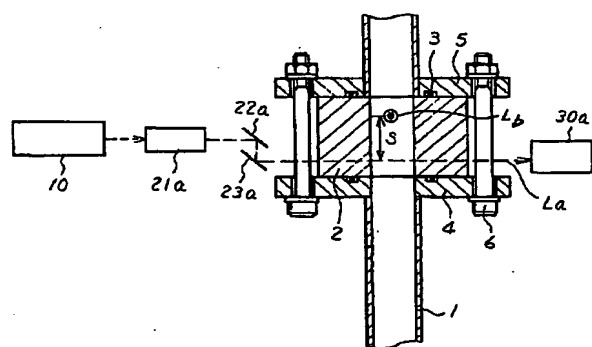
[illegible]



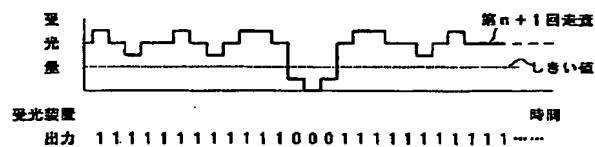
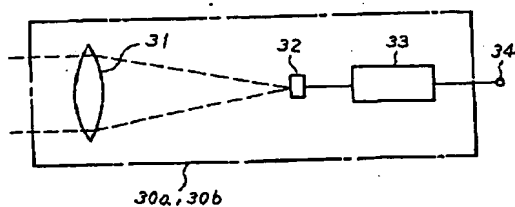
【図2】



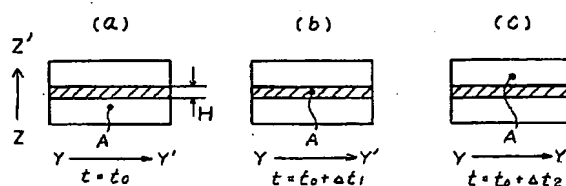
【圖4】



【図6】



【图7】



【圖 10】

| No. | パターン      | モニター画面a<br>x-zに投影, y-y'に垂直 | モニター画面b<br>y-zに投影, x-x'に垂直 |
|-----|-----------|----------------------------|----------------------------|
| 1   | 中央8xに投影2個 |                            |                            |
| 2   | 中央8xに投影2個 |                            |                            |
| 3   | y&zに投影2個  |                            |                            |

【图 13】

